리튬이차전지를 위한 배터리 보호회로 원칩 IC

남종하, 박승욱, 강덕하, 황호석
(주)아이티엠반도체

One Chip IC of Battery Protection Module for Li-ion Battery

Jong ha Nam, Seung uk Pack, Duk ha Kang, Ho seok Hwang
ITM Semiconductor Co.,LTD

ABSTRACT

최근 스마트폰 시장은 기하급수적인 성장세를 지속하고 있다. 또한 소비자들의 사용패턴 또한 기존의 음성통화에서 데이터 통신으로 변화되면서 소비전류 및 사용시간이 증대되고 있는 실정이다. 이러한 사용자의 불만을 해소하기 위해서는 배터리의 용량 증대가 필요하나 공간상의 제약으로 인해 한계점에 도달한 상태이다. 따라서 제한된 체적내에서 최대의 용량을 사용하기 위해 배터리팩의 과충전 차단전압은 점차 높아지고 과방전 차단전압은 점차 낮아져서 배터리팩의 가용영역을 확대하고 있는 추세에 있다. 이러한 사용전압영역의 확대는 배터리팩의 안전성 및 수명 등에 악영향을 미치나 배터리의 신소재 개발, 보호회로의 채용 등으로 이러한 단점을 보완하고 있다.

1. 서 론

리튬이차전지는 기존의 수계전해액을 사용하는 니켈-카드뮴, 니켈-수소, 납 축전지 등과 달리 단위셀당 전압이 약 3배 정도로 높고 단위 체적당 에너지 밀도가 매우 높아 휴대전화를 비롯한 대부분의 모바일 기기에 채용되어 사용되고 있고 시장 활성화에 결정적인 역할을 수행하였다. 하지만 유기 전해액을 사용함으로써 과충전, 단락 등 비이상적인 동작시 발열현상이 일어나거나 최악의 경우에는 발화 및 폭발로 이어질 수 있어 반드시 보호회로가 채용되어 사용되고 있다. 과거 보호회로의 경우 리튬이차전지의 전압을 측정하는 보호 IC와 과충전 및 과방전시 회로를 차단하기 위한 MOSFET, 외란에 의한 보호 IC의 파손 및 오동작을 방지하기 위한 RC 필터 등으로 구성되었다. 하지만 좁은 면적에 많은 부품이 조밀하게 실장되는 관계로 많은 품질 불량이 발생되었고 이러한 품질 불량은 사고로 이어지는 단점이 있었다. 따라서 본 논문에서는 보호회로의 부품수를 줄이고 이로 인한 원가 경쟁력 확보 및 품질 불량 개선을 위해 보호 IC와 MOSFET를 하나의 반도체로 구성하는 POC (Protection One Chip)에 대해 소개하고자 한다.

2. 배터리 보호모듈

2.1 PCM(Protection Circuit Module)

휴대전화에 채용되는 리튬이차전지를 위한 배터리 보호회로는 그림 1과 같이 배터리의 전압을 모니터링 하기 위한 보호 IC, 과충전, 과방전 및 과전류 등의 동작상황에서 배터리를 보호하기 위한 FET 등으로 구성된다. 이러한 보호회로는 모바일 기기의 특성상 휴대성을 고려하여 매우 좁소한 공간내에 이들 부품들을 실장해야 하는 특징을 가진다. 동작상태를 살펴보면 B+, B-단에 리튬전지가 연결되고 P+, P-단에 부하 혹은 충전기가 연결된다. PCM IC는 평상시 리튬전지의 전압상태를 모니터링하고 정상상태시 N-ch MOSFET를 ON하여 회로를 연결하고 방전차단시 B-단에 연결된 MOSFET를 ON에서 OFF로 변환하며, 충전차단의 경우 P-에 연결된 MOSFET를 ON에서 OFF로 변환하여 방전전류 및 충전전류 차단을 통해 리튬전지가 과방전 혹은 과충전이 되지 않도록 동작한다. 과전류의 경우 MOSFET가 ON되어 있는 동안 Rds_on 저항에 걸리는 전압성분을 검출하여 과전류를 인식하며, 역시 MOSFET를 OFF함으로써 리튬전지를 보호한다. 그림 2는 기존 PCM에서 발생되는 불량사례를 보여주고 있다. 불량사례 유형은 PCB의 품질불량, 납땜불량, 부품의 파손 등이 발생되고 있다.

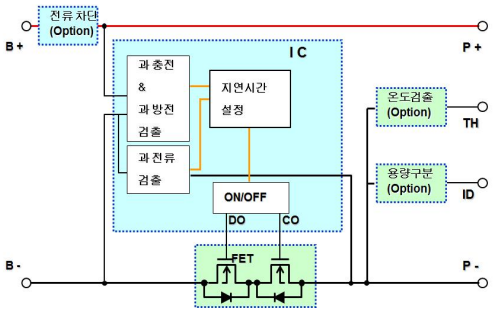


그림 1 리튬이차전지용 배터리 보호회로
Fig. 1 Protection Circuit Module(PCM)

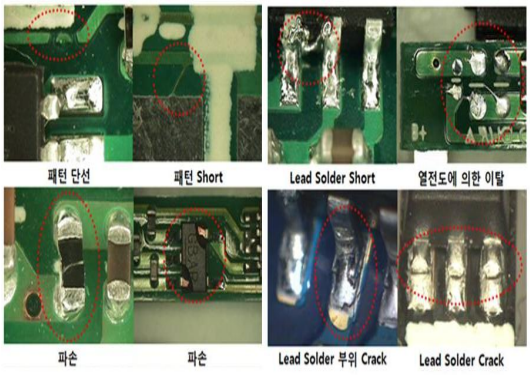


그림 2 보호회로의 불량
Fig. 2 Failure of Protection Circuit Module

2.2 POC(Protection One Chip)

POC의 경우 기존 PCM에서 발생되는 품질불량의 원인중 하나인 좁은 공간내에 많은 부품이 실장됨으로 인해 발생되는 문제점을 보완하기 위해 리드프레임에 PCM IC와 N-ch MOSFET를 실장하고 각각의 부품의 연결은 와이어 본딩을 통해 연결되어 하나의 페키징 형태를 가진 IC로 개발되었다. 또한 FET 양단의 경로를 최소화함으로써 내부 임피던스를 최소화할 수 있고 이로 인해 방전전류를 증대할 수 있다는 장점을 가진다.

$$V = E - i_{discharge}(R_{bat} + 2R_{pcb} + R_{fet} + R_{solder}) \quad (1)$$

$$V = E - i_{discharge}(R_{bat} + R_{pcb} + R_{fet}) \quad (2)$$

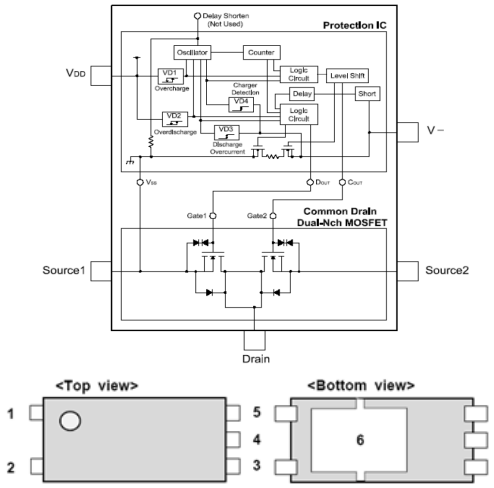
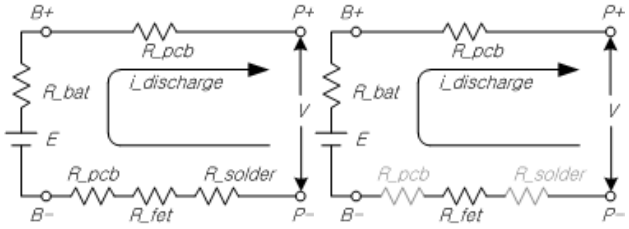


그림 3 리튬이차전지용 배터리 보호회로 소자
Fig. 3 Protection One Chip(POC)

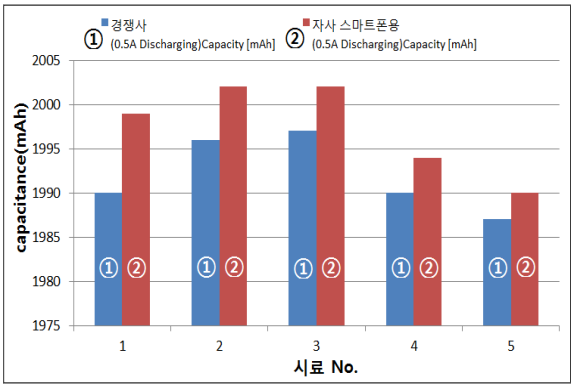


(a) PCM (b) POC

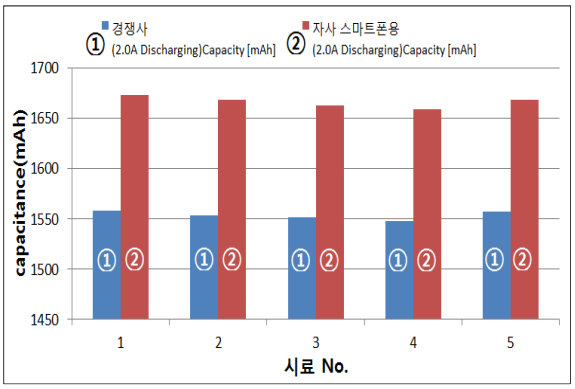
그림 4 보호회로별 배터리팩 내부 임피던스
Fig. 4 Internal Impedance of Battery Pack

3. 실 험

본 논문에서는 기존의 PCM과 POC를 적용한 제품을 대상으로 각각의 0.5[A], 2.0[A]의 동작전류로 방전하여 측정된 배터리 용량을 비교하였다. 실험에 적용된 배터리는 정격용량 2,100[mAh] 리튬폴리머 배터리를 적용하였다. 실험결과는 그림 5와 같이 전류가 낮은 경우에는 용량의 차이가 별로 없으나 전류가 커짐에 따라 최대 6[%] 이상의 용량 증가 효과를 볼 수 있었다. 따라서 기존의 피처폰에서와 같이 소비전류가 비교적 작은 경우 용량의 변화가 크지 않지만 스마트폰과 테블릿 PC 등과 같이 동작전류가 커진 모바일 기기의 경우 배터리팩의 내부임피던스를 저감함으로써 사용용량을 증대하여 동작시간을 충분히 확보할 수 있다는 있음을 실험을 통해 확인하였다. 또한 보호회로를 박형, 소형화하여 동일 체적내에서 배터리의 용량을 극대화하는 방안도 모색중에 있다.



(a) Discharge Current: 0.5A(1:PCM, 2:POC)



(b) Discharge Current: 2.0A(1:PCM, 2:POC)

그림 5 보호회로별 방전용량 특성
Fig. 5 Characteristics of Discharge Capacity(PCM, POC)

4. 결 론

스마트폰은 기존의 피처폰에 비해 동작전류가 높아 기존의 PCM(Protection Circuit Module)에서는 PCB 패턴과 MOSFET의 Rds_on, 부품간의 납땜저항성분 등으로 인해 배터리팩의 임피던스가 높게 형성되고 이로 인해 적용기기의 동작전류가 높아지는 경우 내부임피던스에 의한 전압강하로 인해 배터리팩의 동작범위가 줄어들게 된다. 본 논문에서는 스마트폰에 적용되는 리튬이차전지의 보호회로에서 기존의 부품을 하나의 페키징 형태로 구성한 POC(Protection One Chip)에 대해 소개하고 실험을 통해 그 타당성을 검증하였다. 또한 현재는 단셀용 POC 외에 2셀용 POC, 3~4셀용 2nd Protection POC 등도 추가적으로 개발되고 있다.

이 논문은 2012년도 한국산업단지공단의 생산기술사업화 지원사업의 현장맞춤형기술개발 "초박형 스마트폰용 배터리 안전 모듈 개발" 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

[1] Battery Protect Solution IC Datasheet "MP24AF", ITM Semiconductor, 2010.08